

**Interferometric instrument**

Patent Number: ☐ US5933237  
Publication date: 1999-08-03  
Inventor(s): DRABAREK PAWEL (DE)  
Applicant(s): BOSCH GMBH ROBERT (DE)  
Requested Patent: ☐ DE19721843  
Application Number: US19980083337 19980522  
Priority Number(s): DE19971021843 19970526  
IPC Classification: G01B9/02  
EC Classification: G01B9/02, G01B11/30B  
Equivalents: ☐ GB2325738, ☐ JP11006720

---

**Abstract**

---

An interferometric instrument for scanning the surfaces of a test object by measuring the interference maximum contains a radiation generating unit that emits briefly coherent radiation. It is possible to perform precise measurements relatively easily even at difficult-to-access points on the test object by splitting the first beam into at least two additional beams using at least one additional beam splitter. One additional beam, referred to as a reference beam, is supplied to a reference mirror positioned at a specific distance from the additional beam splitter. Another additional beam, referred to as a measuring beam, is deflected to a specific measuring point on the test object. The interference maxima of the reference beam and the measuring beam can be detected separately by the photodetector arrangement and the control system.

Data supplied from the esp@cenet database - I2



①⑨ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Patentschrift**  
⑩ **DE 197 21 843 C 1**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 01 B 9/02**  
G 01 J 9/02  
G 01 J 4/04  
G 01 B 11/24  
G 01 B 11/30

②① Aktenzeichen: 197 21 843.1-52  
②② Anmeldetag: 26. 5. 97  
④③ Offenlegungstag: -  
④⑤ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 11. 2. 99

**DE 197 21 843 C 1**

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE  
  
⑦④ Vertreter:  
Jeck . Fleck . Herrmann Patentanwälte, 71665  
Vaihingen

⑦② Erfinder:  
Drabarek, Pawel, 75233 Tiefenbronn, DE  
  
⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
DE 44 27 352 C1  
DE 1 95 01 526 A1  
US-Z: DRESEL, Th. et al.: Three-dimensional  
sensing of rough surfaces by coherence radar;  
in: Applied Optics, Vol. 31, No. 7, 1 March  
1992, S. 919-925;

⑤④ **Interferometrische Meßvorrichtung**

⑤⑦ Die Erfindung bezieht sich auf eine interferometrische Meßvorrichtung zur Formvermessung an Oberflächen eines Meßobjekts mit einer Strahlungserzeugungseinheit, die eine kurzkohärente Strahlung abgibt, mittels Erfassung des Interferenzmaximums. Eine genaue Messung bei relativ einfacher Handhabung wird auch an schwer zugänglichen Stellen des Meßobjekts dadurch ermöglicht, daß der erste Teilstrahl mittels mindestens eines weiteren Strahlteilers in mindestens zwei weitere Teilstrahlen aufgeteilt werden, daß der eine weitere Teilstrahl als Referenz-Teilstrahl auf einen in vorgegebenem Abstand von dem weiteren Strahlteiler angeordneten Referenzspiegel geführt ist, während der mindestens eine andere weitere Teilstrahl als Meß-Teilstrahl auf einem jeweiligen Meßpunkt des Meßobjekts gelenkt ist und daß die Interferenzmaxima des Referenz-Teilstrahls und des mindestens einen Meß-Teilstrahls mittels der Photodetektoreinrichtung und der Steuereinrichtung getrennt erfaßbar sind.

**DE 197 21 843 C 1**

## Beschreibung

## Stand der Technik

Die Erfindung bezieht sich auf eine Interferometrische Meßvorrichtung zur Formvermessung an rauen Oberflächen eines Meßobjekts mit einer Strahlungserzeugungseinheit zur Abgabe einer kurzkohärenten Strahlung, einem ersten Strahlteiler zum Bilden eines ersten und eines zweiten Teilstrahls, von denen der erste auf die zu vermessende Oberfläche und der zweite auf eine Vorrichtung mit einem reflektierenden Element zum periodischen Ändern des Lichtwegs gerichtet ist, mit einem Überlagerungselement, an dem die von der Oberfläche und von der Vorrichtung kommende Strahlung zur Interferenz gebracht werden, und einer Photodetektoreinrichtung, die die interferierte Strahlung aufnimmt und entsprechende elektrische Signale einer Steuereinrichtung zur Auswertung zuführt.

Eine interferometrische Meßvorrichtung dieser Art ist in der Veröffentlichung T. Dresel, G. Häusler, H. Venzke "Three-Dimensional sensing of rough surfaces by coherence radar", App. Opt., Vol. 31, No. 7, vom 01.03.1992 als bekannt ausgewiesen. In dieser Veröffentlichung wird ein Interferometer mit kurzkohärenter Lichtquelle und piezobewegtem Spiegel zur Formvermessung an rauen Oberflächen vorgeschlagen. In der Meßvorrichtung wird ein erster Teilstrahl in Form einer Lichtwelle, die von einem Meßobjekt zurückgestrahlt ist, mit einem zweiten Teilstrahl in Form einer Referenzwelle überlagert. Die beiden Lichtwellen haben eine sehr kurz Kohärenzlänge (einige  $\mu\text{m}$ ), so daß der Interferenzkontrast ein Maximum erreicht, wenn die optische Wegdifferenz null ist. Zum Ändern des Lichtwegs der Referenzwelle ist ein reflektierendes Element in Form eines piezobewegten Spiegels vorgesehen. Durch den Vergleich der Lage des piezobewegten Spiegels mit der Zeit des Auftretens des Interferenzmaximums, läßt sich der Abstand zum Meßobjekt bestimmen. Die Handhabung einer derartigen Meßvorrichtung in praktische Anwendungsfällen ist häufig nicht einfach.

## Vorteile der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine interferometrische Meßvorrichtung der eingangs angegebenen Art bereitzustellen, mit der beispielsweise auch ein Hohlraum eines Meßobjekts genau und auch absolut vermessen werden kann.

Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Hiernach ist also vorgesehen, daß der erste Teilstrahl mittels mindestens eines weiteren Strahlteilers in mindestens zwei weitere Teilstrahlen aufgeteilt wird, daß der eine weitere Teilstrahl als Referenz-Teilstrahl auf einen in vorgegebenem Abstand von dem weiteren Strahlteiler angeordneten Referenzspiegel geführt ist, während der mindestens eine andere weitere Teilstrahl als Meß-Teilstrahl auf einen jeweiligen Meßpunkt des Meßobjekts gelenkt ist und daß die Interferenzmaxima des Referenz-Teilstrahls und des mindestens einen Meß-Teilstrahls mittels der Photodetektoreinrichtung und der Steuereinrichtung getrennt erfassbar sind. Durch die Auftrennung des ersten Teilstrahls in den Referenz-Teilstrahl und mindestens einen Meß-Teilstrahl und die Erfassung der jeweiligen Referenzmaxima wird für den mindestens einen Meßpunkt ein zusätzlicher Referenzwert erhalten, der auf relativ einfache Weise eine exakte Formvermessung auch an schwer zugänglichen Stellen des Meßobjekts ermöglicht.

Eine vorteilhafte Ausführungsform besteht darin, daß die Trennung der Interferenzmaxima des Referenz-Teilstrahls

und des mindestens einen Meß-Teilstrahls aufgrund ihrer zeitlichen Verschiebung und/oder einer unterschiedlichen Kennung der Strahlung erfolgt. Mit diesen Maßnahmen ist bei einfacher Trennung der Interferenzmaxima des Referenz-Teilstrahls und des mindestens einen Meß-Teilstrahls eine genaue Erfassung und Auswertung möglich.

Ist vorgesehen, daß einer der weiteren Strahlteiler ein Polarisationsstrahlteiler ist, daß der Referenz-Teilstrahl und der mit dem Polarisationsstrahlteiler abgetrennte Meß-Teilstrahl unterschiedlich polarisiert sind und daß der Referenz-Teilstrahl und der diesem gegenüber unterschiedlich polarisierte Meß-Teilstrahl verschiedenen Photodetektoren der Photodetektoreinrichtung zugeführt werden, so können der Referenz-Teilstrahl und der mindestens eine, polarisierte Meß-Teilstrahl eindeutig und mit einfachen Mitteln getrennt und erfaßt werden.

Die Handhabung wird dadurch erleichtert, daß der mindestens eine weitere Strahlteiler (16, 17) und der Referenzspiegel in einer gemeinsamen Meßsonde angeordnet sind, an deren gemeinsamer Lichteintritt- und Lichtaustrittsseite und eine Fokussierungslinse angeordnet ist und in der Fenster zum Austritt und Eintritt des mindestens einen Meß-Teilstrahls ausgebildet sind. Bei diesem Aufbau werden Justierarbeiten eingespart und die Anordnung bei fest vorgegebenem Aufbau des Meßkopfes vereinfacht.

Weitere Maßnahmen zur Vereinfachung des Aufbaus und der Auswertung bestehen darin, daß die Vorrichtung zum Ändern des Lichtwegs eine im Strahlengang des zweiten Teilstrahls zum Ändern dessen Lichtwegs angeordnete akustooptische Deflektoreinrichtung mit mindestens zwei akustooptischen Deflektoren und dahinter ortsfest angeordnet das reflektierende Element aufweist und daß die Deflektoren frequenzmoduliert angesteuert und in bezug auf den ankommenden zweiten Teilstrahl sowie auf das reflektierende Element derart angeordnet ist, daß der zu dem Überlagerungselement geführte zweite Teilstrahl durch seine Ablenkung in den Deflektoren die Änderung seines Lichtwegs erfährt. Dabei ist vorteilhaft vorgesehen, daß der erste Deflektor den ankommenden zweiten Teilstrahl in Abhängigkeit von der Frequenz um einen zeitlich variablen Winkel ablenkt und der zweite Deflektor die Winkelablenkung zurücksetzt, so daß der zweite Teilstrahl wieder in der Einfallsrichtung bezüglich des ersten Deflektors parallel versetzt weiterverläuft, und daß das reflektierende Element als Beugungsgitter ausgebildet ist, das bezüglich des aus dem zweiten Deflektor austretenden Teilstrahles derart schräg ausgerichtet ist, daß der Teilstrahl in Einfallsrichtung zurückgeführt wird.

Die Auswertung des Interferenzmaximums kann zum Beispiel dadurch genau erfolgen, daß in dem Strahlengang des ersten Teilstrahls und/oder in dem Strahlengang des zweiten Teilstrahls eine Anordnung vorgesehen ist, die eine Frequenzverschiebung zwischen beiden interferierenden Teilstrahlen bewirkt. Zur Vereinfachung kann dabei vorgesehen sein, daß die Trägerfrequenzen der beiden Deflektoren mittels einer gemeinsamen Steuerichtung moduliert werden.

Die vereinfachte, genauere Auswertung des Interferenzmaximums kann aber auch dadurch erfolgen, daß die Anordnung als von einem Modulator-Treiber angesteuerter akustooptischer Modulator ausgebildet ist, der in dem Strahlengang des ersten Teilstrahls zwischen dem ersten Strahlteiler und dem Meßobjekt angeordnet ist.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

**Fig. 1** einen schematischen Aufbau einer interferometrischen Meßvorrichtung zur Erfassung des Interferenzmaximums und

**Fig. 2** Signalverläufe der in **Fig. 1** gezeigten Meßvorrichtung.

Ein mittels eines Kollimators **2** kollimierter Strahl einer kurzkohärenten Strahlungserzeugungseinheit in Form einer Lichtquelle **1**, zum Beispiel einer Laserdiode, wird in einem ersten Strahlteiler **ST1** in einen ersten und einen zweiten Teilstrahl **3** bzw. **4** aufgeteilt. Der erste Teilstrahl **3** wird in eine Meßsonde **5** geführt. Der zweite Teilstrahl **4** läuft über einen Spiegel **SP1** und ein Kompensationsgitter **21**, mit dem eine Winkeldispersion und eine räumliche Dekohärenz korrigiert werden, durch zwei akustooptische Deflektoren **8**, **9**, die mittels eines gemeinsamen Deflektor-Treibers **12** frequenzmoduliert angesteuert werden.

Durch die Frequenzmodulation wird der Ablenkwinkel des zweiten Teilstrahls **4** in dem ersten akustooptischen Deflektor **8** um einen Winkel  $\alpha$  variiert. In dem zweiten akustooptischen Deflektor **9** wird der zweite Teilstrahl **4** anschließend wieder in die Richtung abgelenkt, in der er auf den ersten akustooptischen Deflektor **8** auftrifft. Auf diese Weise entsteht ein Parallelversatz des aus dem zweiten akustooptischen Deflektor **9** austretenden zweiten Teilstrahls **4**, der anschließend ein reflektierendes Element in Form eines Beugungsgitters **10** beleuchtet. Das Beugungsgitter **10** ist unter einem bestimmten Winkel so geneigt und ausgebildet, daß der zurückgebeugte zweite Teilstrahl **4** unabhängig von dem Parallelversatz in die interferometrische Anordnung über das optisch parallel zu dem Beugungsgitter **10** angeordnete Kompensationsgitter **21** zu dem ersten Strahlteiler **ST1** zurückläuft und sich in diesem dem zurücklaufenden ersten Teilstrahl **3** überlagert und mit diesem interferiert. Wenn die beiden Teilstrahlen **3** und **4** die gleiche optische Strecke zurücklegen, hat der Interferenzkontrast ein Maximum erreicht.

Da die beiden akustooptischen Deflektoren **8**, **9** so angeordnet sind, daß die Winkelablenkung des ersten Deflektors **8** in dem zweiten Deflektor **9** zurückgesetzt und der zweite Teilstrahl nur parallel verschoben wird, wobei sich eine Wegänderung  $d$  ergibt, wird der Lichtweg, bzw. die optische Strecke (Laufzeit) des zweiten Teilstrahls **4** moduliert. Wenn die optische Wegdifferenz der beiden Teilstrahlen **3**, **4** null ist, sieht auch ein im Strahlengang der interferierten Strahlung angeordneter Photodetektor **11.1** oder **11.2** einer Photodetektoreinrichtung **11** das Interferenzmaximum. Durch den Vergleich des Zeitpunkts des Interferenzmaximums bzw. Signalmaximums des Photodetektors **11.1**, **11.2** mit der momentanen Frequenz des Deflektor-Treibers **12** in einer Steuereinrichtung **14** läßt sich der Abstand zu einem Meßpunkt **7.1** oder **7.2** eines Meßobjekts **7** genau bestimmen.

Zur genaueren Bestimmung des Interferenzmaximums wird eine heterodyn-interferometrische Auswertung vorgenommen. Hierzu werden die beiden akustooptischen Deflektoren **8**, **9** mittels einer ersten und einer zweiten Treiberstufe **12.1**, **12.2** eines Deflektor-Treibers **12** mit geringfügig unterschiedlichen Trägerfrequenzen angesteuert, wobei die Frequenzdifferenz beispielsweise bei einer Trägerfrequenz von einigen 10 MHz 0,5 MHz beträgt. Dadurch weist der zweite Teilstrahl **4** eine der doppelten Trägerfrequenzdifferenz entsprechende Frequenzverschiebung, beispielsweise ein MHz auf. Die Trägerfrequenzen werden von der Steuereinrichtung **14** moduliert, die auch zur Auswertung des Interferenzmaximums dient. Durch diese Ansteuerung der beiden Deflektoren **8**, **9** mit geringfügig unterschiedlichen Trägerfrequenzen wird ein Modulation des Lichtwegs (Laufzeit) des zweiten Teilstrahls **4** bewirkt. Durch den Vergleich des Zeitpunkts des Maximums des Heterodyn-Interferenzsignals zum Beispiel mit der momentanen Frequenz der Steuereinrichtung **14** läßt sich der Abstand zu den Meß-

punkten **7.1**, **7.2** bestimmen.

Zur Erfassung der Meßpunkte **7.1**, **7.2**, die innerhalb eines Hohlraums des Meßobjekts **7** liegen, wird der erste Teilstrahl **3** über eine Fokussierungslinse **6** in die Meßsonde **5** geführt und auf einen Doppelstrahlteiler **15** gerichtet, der eine erste und eine zweite Teilungsebene **16**, **17** aufweist. An der ersten Teilungsebene **16** wird der erste Teilstrahl **3** in zwei Komponenten, nämlich einen ersten weiteren Teilstrahl **18** in Form eines Meß-Teilstrahls und einen zweiten weiteren Teilstrahl **19** in Form eines Referenz-Teilstrahls zerlegt. Der erste weitere Teilstrahl **18** und der zweite weitere Teilstrahl **19** sind durch die polarisierend wirkende erste Teilungsebene **16** senkrecht zueinander polarisiert. An der zweiten Teilungsebene **17** wird von dem durch die erste Teilungsebene **16** hindurchlaufenden, den Referenz-Teilstrahl **19** bildenden Teilstrahl ein dritter weiterer Teilstrahl **20** ebenfalls als Meß-Teilstrahl abgeteilt.

Der Referenz-Teilstrahl **19**. Der Referenz-Teilstrahl **19**, der gerade durch den Doppelstrahlteiler **15** hindurchläuft, wird auf einem Referenzspiegel **13** fokussiert und beleuchtet nach der Rückreflexion und Durchlauf durch die Fokussierungslinse **6** ebenso wie der erste und der dritte weitere Teilstrahl **18**, **20** den als Überlagerungselement wirkenden ersten Strahlteiler **ST1** und interferiert mit dem zweiten Teilstrahl **4**.

Der Referenz-Teilstrahl **19** gelangt von dem ersten Strahlteiler **ST1** über einen weiteren, in dieser Polarisationssebene sperrenden Strahlteiler **ST2** und einen weiteren Spiegel **SP2** auf den zweiten Photodetektor **11.2**. Der dritte weitere Teilstrahl **20**, d. h. der eine Meß-Teilstrahl, der von dem zweiten Meßpunkt **7.2** zurückgestreut wird, beleuchtet ebenfalls den zweiten Photodetektor **11.2**, während der von dem ersten Meßpunkt **7.1** rückgestreute Strahl nach Reflexion an der ersten Teilungsebene **16** über den ersten Strahlteiler **ST1** und den weiteren Strahlteiler **ST2**, der für diese Polarisationssebene durchlässig ist, auf den ersten Photodetektor **11.1** gelangt. Da sowohl der Referenz-Teilstrahl **19** als auch die, beiden Meß-Teilstrahlen **18**, **20** mit dem zurücklaufenden zweiten Teilstrahl **4** interferieren liefern die Photodetektoren jeweilige elektrische Signale (Echos), deren Wechselanteil ein Maximum erreicht, wenn das jeweilige der drei Interferenzmaxima auftritt. In **Fig. 2** sind die erhaltenen Signale in Form des Echos  $E_1$  von dem ersten Meßpunkt **7.1**, des Echos des Referenz-Teilstrahls **19** und des Echos von dem zweiten Meßpunkt **7.2** über der Zeit und getrennt nach den beiden Photodetektoren **11.1**, **11.2** dargestellt.

Die Meßvorrichtung, insbesondere die Meßsonde **5** bezüglich des Meßobjekts **7** kann mittels eines Etalons kalibriert werden. Dazu wird die Meßsonde **5** in ein Etalon mit bekanntem Durchmesser  $L_0$  eingeführt und so positioniert, daß die Zeitdifferenz zwischen dem Maximum des Echos  $E_1$  von dem Meßpunkt **7.1** und des Echos  $E_R$  von dem Referenzspiegel **13** null ist, wie in **Fig. 2** gezeigt. In dieser Position wird eine Zeitdifferenz  $T_0$  zwischen dem Maximum des Echos  $E_R$  des Referenzspiegels **13** und dem Maximum des Echos  $E_2$  des Meßpunktes **7.2** gemessen und auf einen dieser Zeitdifferenz  $T_0$  entsprechenden Referenzweg  $L_1$  umgerechnet. Die Anordnung der Meßsonde **5** ist vorzugsweise so ausgelegt, daß für alle Meßobjekte **7** der Referenzweg  $L_1$  nie Null ist. Der Durchmesser  $L_0$  und der Referenzweg  $L_1$  sind die Kalibriergrößen des Systems, und ein unbekannter Durchmesser  $L_x$  kann aufgrund des Zusammenhangs

$$L_x = L_0 - L_1 + \Delta L_{M1} L_R + \Delta L_{M2} L_R$$

ermittelt werden. Dabei ist  $\Delta L_{M1} L_R$  die gemessene Wegdifferenz zwischen dem ersten Meßpunkt **7.1** des Meßobjekts **7** und dem Referenzspiegel **13** und  $\Delta L_{M2} L_R$  die gemessene

Wegdifferenz zwischen dem zweiten Meßpunkt 7.2 des Meßobjekts 7 und dem Referenzspiegel 13.

Bei dem zu vermessenden Meßobjekt 7 unbekannten Durchmessers kann somit aus einer zeitlichen Verschiebung zwischen dem Echo  $E_1$  des ersten Meßpunkt 7.1 und des Echos  $E_R$  des Referenzspiegels 13 einerseits und einer Abweichung des Abstandes des Echos  $E_2$  des zweiten Meßpunktes 7.2 gegenüber dem Echo  $E_R$  des Referenzspiegels 13 eine Formabweichung sehr genau (im Bereich einiger Nanometer) gemessen werden.

#### Patentansprüche

1. Interferometrische Meßvorrichtung zur Formvermessung an rauen Oberflächen eines Meßobjekts mit einer Strahlungserzeugungseinheit zur Abgabe einer kurzkohärenten Strahlung, einem ersten Strahlteiler zum Bilden eines ersten und eines zweiten Teilstrahls, von denen der erste auf die zu vermessende Oberfläche und der zweite auf eine Vorrichtung mit einem reflektierenden Element zum periodischen Ändern des Lichtwegs gerichtet ist, mit einem Überlagerungselement, an dem die von der Oberfläche und der Vorrichtung kommende Strahlung zur Interferenz gebracht werden, und einer Photodetektoreinrichtung, die die interferierte Strahlung aufnimmt und entsprechende elektrische Signale einer Steuereinrichtung zur Auswertung zuführt, **dadurch gekennzeichnet**,

daß der erste Teilstrahl (3) mittels mindestens eines weiteren Strahlteilers (16, 17) in mindestens zwei weitere Teilstrahlen (18, 19, 20) aufgeteilt wird, daß der eine weitere Teilstrahl als Referenz-Teilstrahl (19) auf einen in vorgegebenem Abstand von dem weiteren Strahlteiler (16, 17) angeordneten Referenzspiegel (13) geführt ist, während der mindestens eine andere weitere Teilstrahl als Meß-Teilstrahl (18, 20) auf einen jeweiligen Meßpunkt (MP1, MP2) des Meßobjekts (7) gelenkt ist und

daß die Interferenzmaxima ( $E_R$ ,  $E_1$ ,  $E_2$ ) des Referenz-Teilstrahls (19) und des mindestens einen Meß-Teilstrahls (18, 20) mittels der Photodetektoreinrichtung (11.1, 11.2) und der Steuereinrichtung (14) getrennt erfaßbar sind.

2. Meßvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Trennung der Interferenzmaxima ( $E_R$ ,  $E_1$ ,  $E_2$ ) des Referenz-Teilstrahls (19) und des mindestens einen Meß-Teilstrahls (18, 20) aufgrund ihrer zeitlichen Verschiebung und/oder einer unterschiedlichen Kennung der Strahlung erfolgt.

3. Meßvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß einer der weiteren Strahlteiler (16, 17) ein Polarisationsstrahlteiler ist, daß der Referenz-Teilstrahl (19) und der mit dem Polarisationsstrahlteiler (16) abgetrennte Meß-Teilstrahl (18) unterschiedlich polarisiert sind und daß der Referenz-Teilstrahl (19) und der diesem gegenüber unterschiedlich polarisierte Meß-Teilstrahl (18) verschiedenen Photodetektoren (11.1, 11.2) der Photodetektoreinrichtung (11) zugeführt werden.

4. Meßvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der mindestens eine weitere Strahlteiler (16, 17) und der Referenzspiegel (13) in einer gemeinsamen Meßsonde angeordnet sind, an deren gemeinsamer Lichteintritt- und Lichtaustrittseite eine Fokussierungslinse (6) angeordnet ist und in der Fenster zum Austritt und Eintritt des mindestens einen Meß-Teilstrahls (18, 20) ausgebildet

sind.

5. Meßvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung zum Ändern des Lichtwegs eine im Strahlengang des zweiten Teilstrahls (4) zum Ändern dessen Lichtwegs angeordnete akustooptische Deflektoreinrichtung mit mindestens zwei akustooptischen Deflektoren (8, 9) und dahinter ortsfest angeordnet das reflektierende Element (10) aufweist und daß die Deflektoren (8, 9) frequenzmoduliert angesteuert und in bezug auf den ankommenden zweiten Teilstrahl (4) sowie auf das reflektierende Element (10) derart angeordnet ist, daß der zu dem Überlagerungselement (ST1) geführte zweite Teilstrahl (4) durch seine Ablenkung ( $\alpha$ ) in den Deflektoren (8, 9) die Änderung seines Lichtwegs erfährt.

6. Meßvorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet,

daß der erste Deflektor (8) den ankommenden zweiten Teilstrahl (4) in Abhängigkeit von der Frequenz um einen zeitlich variablen Winkel ablenkt und der zweite Deflektor (9) die Winkelablenkung zurücksetzt, so daß der zweite Teilstrahl (4) wieder in der Einfallsrichtung bezüglich des ersten Deflektors (8) parallel versetzt weiterverläuft, und

daß das reflektierende Element als Beugungsgitter (10) ausgebildet ist, das bezüglich des aus dem zweiten Deflektor (9) austretenden Teilstrahles derart schräg ausgerichtet ist, daß der Teilstrahl in Einfallsrichtung zurückgeführt wird.

7. Meßvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Strahlengang des ersten Teilstrahls (3) und/oder in dem Strahlengang des zweiten Teilstrahls (4) eine Anordnung (8, 9) vorgesehen ist, die eine Frequenzverschiebung zwischen beiden interferierenden Teilstrahlen (3, 4) bewirkt.

8. Meßvorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Deflektoren (8, 9) mit derart geringfügig unterschiedlichen Trägerfrequenzen von zwei Deflektor-Treibern (12.1, 12.2) angesteuert werden, daß der zweite Teilstrahl (4) eine Frequenzverschiebung erfährt.

9. Meßvorrichtung nach Anspruch 8, daß die Trägerfrequenzen der beiden Deflektoren (8, 9) mittels der gemeinsamen Steuereinrichtung (14) moduliert werden.

10. Meßvorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Anordnung als von einem Modulator-Treiber angesteuerter akustooptischer Modulator ausgebildet ist, der in dem Strahlengang des ersten Teilstrahls (3) zwischen dem ersten Strahlteiler (ST1) und dem Meßobjekt (7) angeordnet ist.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

